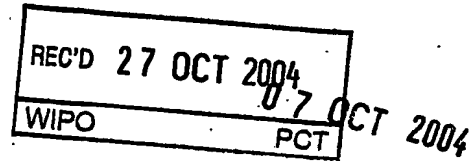


**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 46 858.7

**Anmeldetag:** 09. Oktober 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Sensorelement für einen Messfühler

**IPC:** G 01 N 27/407

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 30. September 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**Dzierzon****BEST AVAILABLE COPY**

R.306392

02.10.2003

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Sensorelement für einen Messfühler

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Sensorelement für einen Messfühler zur Bestimmung der Konzentration einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, insbesondere der Sauerstoffkonzentration im Abgas von Brennkraftmaschinen, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein bekanntes Sensorelement für eine sog. Breitband-Lambdasonde (DE 199 41 051 A1) weist einen aus Festelektrolytschichten zusammengesetzten Sensorkörper auf, in dem ein mit dem Abgas über eine Diffusionsbarriere in Verbindung stehender Hohl- oder Messraum und ein von einem Referenzgas beaufschlagter Referenzgaskanal ausgebildet sind. Eine Pumpzelle zum Pumpen von Sauerstoff in den Hohlraum hinein (fettes Abgas) oder aus dem Messraum heraus (mageres Abgas) umfasst eine auf dem Festelektrolytkörper angeordnete, von einer porösen Schutzschicht abgedeckte, äußere Pumpelektrode und eine im Hohlraum angeordnete, innere Pumpelektrode. Eine Konzentrations- oder Nernstzelle umfasst eine im Messraum angeordnete Mess- oder Nernstelektrode und eine im Referenzgaskanal angeordnete Referenzelektrode. Der bei Einregeln einer konstanten Spannung von z.B. 450 mV an Nernst- und Referenzelektrode zwischen den Pumpelektroden fließende Grenzstrom ist ein Maß für den Lambdawert des Abgases. Die Empfindlichkeit dieses Sensorelements wird über den durch die Diffusionsbarriere bestimmten Grenzstrom eingestellt.

Ein solches Sensorelement besitzt eine dynamische Druckabhängigkeit, d.h. das Druckspitzen im Abgas als Ausgangssignal der Lambdasonde erscheinen, obwohl sie nicht ursächlich mit der Änderung der Gaszusammensetzung zusammenhängen. Dies ist darin begründet, dass bei Druckpulsen im Abgas eine zusätzliche Abgasmenge in den Hohlraum geschoben wird, die einen kurzen Anstieg des Betrags des positiven bzw. negativen Pumpstroms bewirkt. Besonders bei hoher Sauerstoffkonzentration (mageres Abgas) macht sich diese Partialdruckschwankung im Hohlraum aufgrund des einströmenden Abgases sehr stark bemerkbar, und die Höhe der Schwankungen der Ausgangsspannung der Lambdasonde ist proportional der Sauerstoffkonzentration bzw. dem Pumpstrom.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Sensorelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass durch Verzicht auf den Messraum und die Zusammenfassung der Pump- und Nernstelektrode zu einer auf der Außenfläche des Festelektrolyten angeordneten Elektrode sowie das Ausbilden der Diffusionsbarriere als eine unmittelbar die Elektrode überdeckende, feinporöse Diffusionsschicht, bei Druckerhöhungen im Gasgemisch kein zusätzlicher Gasgemisch-Einstrom auftreten kann, somit Messfehler aufgrund von Druckschwankungen im Gasgemisch vermieden werden. Im Gegensatz zu der ringförmigen Diffusionsbarriere bei dem bekannten Sensorelement kann die Diffusionsschicht sehr viel einfacher hergestellt und insbesondere ein Schichtaufbau realisiert werden. Mit einem Schichtaufbau lässt sich beispielsweise die Eintrittsfläche der feinporösen Diffusionsschicht leicht grobporös und damit vergiftungsresistent, z.B. gegen Ölaschen, ausführen. Der fehlende Mess- oder Hohlraum lässt das Bohren des Gaszutrittsloches entfallen und vermeidet ein ansonsten vorhandenes Wärmeleitungshindernis, das Rissbildung im Festelektrolyten begünstigt. Die Anordnung der Elektroden auf den Außenflächen des Festelektrolyten, also auf den beiden Großflächen des Sensorelements, ermöglicht einen guten Wärmeausgleich.

Wird die poröse Schutzschicht auf der ersten Elektrode gezielt als grobporöse Diffusionsschicht ausgelegt, so hat das erfindungsgemäße Sensorelement darüber hinaus den Vorteil, dass die Nernstzelle wahlweise mit der ersten und zweiten Elektrode gebildet werden kann. Durch diesen Wechsel der Bezugselektrode für die Nernstzelle, also die Heranziehung zum

einen der mit der feinporösen Diffusionsschicht überzogenen Elektrode und zum andern der mit der grobporösen Diffusionsschicht überzogenen Elektrode, können zwei verschiedene Grenzströme realisiert werden, so dass das Sensorelement in zwei unterschiedlichen Messbereichen betrieben werden kann. Dabei wird für Messungen, die eine geringe statische Druckabhängigkeit erfordern, die mit der grobporösen Diffusionsschicht belegte Elektrode und für Messungen, die eine geringe dynamische Druckabhängigkeit und Temperaturabhängigkeit erfordern, die mit der feinporösen Diffusionsschicht belegte Elektrode als Bezugselektrode der Nernstzelle herangezogen, z.B. durch eine Beschaltung von 450 mV relativ zur Referenzelektrode. Unter feinporös wird hier eine Diffusionsschicht verstanden, bei der bei einer Sauerstoffkonzentration im Messgas von 20% ein Grenzstrom im Bereich von 4 mA fließt. Unter grobporös wird eine solche Diffusionsschicht verstanden, bei der unter gleichen Prämissen ein Grenzstrom im Bereich um 25 mA auftritt.

Durch den Wechsel der Betriebsart können die beiden Messungen abgeglichen werden.

Auch ist es möglich, durch die Messungen in beiden Betriebsarten die Gasartenempfindlichkeit des Sensorelements oder dessen statische Druckabhängigkeit oder Temperaturabhängigkeit zu erkennen und durch Abgleich zu kompensieren.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Sensorelements möglich.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die beiden Elektroden auf voneinander abgekehrten Seiten eines Festelektrolytkörpers angeordnet. Der Festelektrolytkörper lässt sich in einem sehr einfachen Aufbau mittels zweier dicker Festelektrolytfolien herstellen. Hierzu ist gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung auf jeder Festelektrolytfolie eine Elektrode angeordnet. Die beiden Festelektrolytfolien schließen zwischen ihren von den Elektroden abgekehrten Flächen eine Isolationsschicht mit integriertem elektrischen Widerstandsheizern ein und sind über diese und einen die Isolationsschicht umschließenden Festelektrolyttrahmen miteinander verbunden. Um den Innenwiderstand zwischen den als Pumpzelle fungierenden beiden Elektroden zu reduzieren, ist zwischen den beiden Festelektrolytschichten noch eine Isolationsschicht durchdringender Festelektrolytsteg ausgebildet.

## Zeichnung

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

5

Fig. 1 einen Längsschnitt eines Sensorelements für einen Messfühler zur Bestimmung der Konzentration einer Gaskomponente in einem Gasgemisch,

10

Fig. 2 einen Schnitt längs der Linie II – II in Fig. 1,

Fig. 3 einen Längsschnitt eines Sensorelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel längs der Linie III – III in Fig. 5,

15

Fig. 4 einen Schnitt längs der Linie IV – IV in Fig. 3,

Fig. 5 einen Schnitt längs der Linie V – V in Fig. 3.

20

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

25

Das in Fig. 1 und 2 im Längs- und Querschnitt schematisiert dargestellte Sensorelement zur Bestimmung der Konzentration einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, insbesondere für eine Breitband-Lambdasonde zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration im Abgas einer Brennkraftmaschine, weist einen Festelektrolytkörper 11 auf, auf dessen voneinander abgekehrten Seiten jeweils eine von zwei Elektroden 12, 13 angeordnet ist. Der beispielsweise aus yttriumstabilisiertem Zirkoniumoxid ( $\text{ZrO}_2$ ) bestehende Festelektrolytkörper 11 ist aus zwei dicken Festelektrolytfolien 111, 112 zusammengesetzt, die zwischen sich eine Isolationsschicht 14, z.B. aus Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), einschließen, in der ein elektrischer Widerstandsheizer 15 eingebettet ist. Die beiden Festelektrolytfolien 111, 112 sind über die Isolationsschicht 14 und einen die Isolationsschicht 14 umschließenden Festelektrolyttrahmen 113 miteinander verbunden. Zusätzlich kann, wie dies in Fig. 2 darge-

30

stellt ist, noch eine über einen die Isolationsschicht 14 durchdringenden Festelektrolytsteg 114 geführte Verbindung zwischen den Festelektrolytfolien 111, 112 vorhanden sein. In der in Fig. 1 oberen Festelektrolytfolie 112 ist ein Referenzgaskanal 16 ausgebildet, der mit einem Referenzgas, z.B. Luft, beaufschlagbar ist. Im Referenzgaskanal 16 ist eine Referenzelektrode 17 auf den Festelektrolyten 11 aufgetragen.

Auf jeder von der Isolationsschicht 14 abgekehrten Außenfläche der Festelektrolytfolien 111, 112 ist eine der beiden Elektroden 12, 13 aufgebracht. Die auf der in Fig. 1 unteren Festelektrolytfolie 111 angeordnete erste Elektrode 12 ist mit einer grobporösen Diffusionsschicht 18 überzogen, während die auf der in Fig. 1 oberen Festelektrolytfolie 112 angeordnete zweite Elektrode 13 von einer feinporösen Diffusionsschicht 19 überzogen ist. Beide, mit ihrer jeweiligen Diffusionsschicht 18, 19 bedeckten Elektroden 12, 13 sind dem Gasgemisch, im Falle der Breitband-Lambdasonde dem Abgas, ausgesetzt. Die beiden Elektroden 12, 13 bilden eine Pumpzelle, über die ein von der Konzentration einer Gas- komponente, im Falle der Breitband-Lambdasonde von der Konzentration des Sauerstoffs, abhängiger Grenzstrom fließt. Eine der beiden Elektrode 12, 13 wird wahlweise als Bezugselektrode zur Referenzelektrode 17 geschaltet und bildet mit dieser eine sog. Konzentrations- oder Nernstzelle. Zur Erzeugung des in der Pumpzelle fließenden, der Konzentration der Gaskomponente proportionalen Grenzstroms ist die Nernstzelle an eine konstante Gleichspannung gelegt, z.B. 450 mV. Da die beiden Diffusionsschichten 18, 19 eine unterschiedliche Porosität aufweisen, stellt sich, je nachdem, welche der beiden Elektroden 12, 13 als Bezugselektrode zur Referenzelektrode 17 geschaltet ist, ein unterschiedlicher Grenzstrom ein, so dass mit dem Sensorelement in zwei verschiedenen Messbereichen gemessen werden kann.

In Fig. 3 – 5 ist ein Sensorelement dargestellt, bei dem die beiden Elektroden 12, 13 nicht auf die beiden voneinander abgekehrten Großflächen des Festelektrolytkörpers 21 verteilt, sondern beide Elektroden 12, 13 auf einer Seite des Festelektrolytkörpers 21 angeordnet sind. Dies ist aus Gründen einer montageoptimierten Kontaktierung der Elektroden 12, 13 in bestimmten Anwendungsfällen von Vorteil.

Der Festelektrolytkörper 21 ist auch hier im Schichtaufbau aus Festelektrolytfolien oder Festelektrolytschichten hergestellt. Die beiden Elektroden 12, 13 sind auf voneinander abgekehrten Flächen einer ersten Festelektrolytschicht 211 angeordnet. Die erste Festelekt-

rolytschicht 211 ist über eine Zwischenschicht 212, die ebenfalls aus einem Festelektrolyten besteht, mit einer zweiten Festelektrolytschicht 213 verbunden. Die Zwischenschicht 212 ist dabei mit einer Aussparung 22 versehen, in der die der zweiten Festelektrolytschicht 213 zugekehrte, mit ihrer Diffusionsschicht überzogene Elektrode einliegt. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist dies die mit der feinporösen Diffusionsschicht 19 überzogene, zweite Elektrode 13, jedoch kann die Verbindung der ersten Festelektrolytschicht 211 mit der zweiten Festelektrolytschicht 213 auch so erfolgen, dass die mit der grobporösen Diffusionsschicht 18 überzogene, erste Elektrode 12 in der Aussparung 22 einliegt. In beiden Fällen ist dafür Sorge getragen, dass zwischen der Diffusionsschicht 19 bzw. 18 und der Oberfläche der zweiten Festelektrolytschicht 213 ein genügend großer Freiraum 23 verbleibt, der über ein in die erste Festelektrolytschicht 211 eingebrachtes Gaszutrittsloch 24 ständig mit dem Gasgemisch bzw. dem Abgas gefüllt ist. In die zweite Festelektrolytschicht 213 ist der Referenzgaskanal 16 eingearbeitet und im Referenzgaskanal 16 wiederum die Referenzelektrode 17 angeordnet. Die zweite Festelektrolytschicht 213 schließt mit einer Trägerschicht 214, die ebenfalls aus einem Festelektrolyten bestehen kann, die Isolationsschicht 14 mit darin eingebettetem Widerstandsheizler 15 ein. Die Isolationsschicht 14 ist, wie bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 1 und 2, von einem Festelektrolytrahmen 215 umschlossen. Um den Freiraum 23 mechanisch zu stabilisieren, ist innerhalb der Aussparung 22 die erste Festelektrolytschicht 211 auf der zweiten Festelektrolytschicht 213 abgestützt, und zwar über Radialstege 25, die zwischen sich Segmente der Diffusionsschicht 19 bzw. 18 aufnehmen. Die Radialstege 25 bestehen ebenfalls aus einem Festelektrolyten und sind vorzugsweise einstückig mit der Zwischenschicht 212 ausgeführt.

Auch bei diesem Sensorelement sind die Diffusionsschichten 12, 13 vorzugsweise aus mehreren Lagen aufgebaut, um einen für die Elektroden 12, 13 tragbaren Grenzstrom einzustellen. Bei der feinporösen Diffusionsschicht 19 kann zusätzlich die von der zweiten Elektrode 13 abgekehrte oberste Lage, die die Eintrittsfläche der feinporösen Diffusionsschicht 13 für das Gasgemisch bzw. das Abgas bildet, leicht grobporös und damit vergiftungsresistent, z.B. gegen Ölaschen, hergestellt werden.

R.306392

5

02.10.2003

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Ansprüche

1. Sensorelement für einen Messfühler zur Bestimmung der Konzentration einer Gas-  
komponente in einem Gasgemisch, insbesondere der Sauerstoffkonzentration im  
Abgas von Brennkraftmaschinen, mit zwei zusammen mit einem Festelektrolyten  
einer Pumpzelle für die Gaskomponente bildende Elektroden (12, 13), von denen  
eine erste Elektrode (12) über eine poröse Schutzschicht dem Gasgemisch ausge-  
setzt ist, und mit einer am Festelektrolyten angeordneten, einem Referenzgas aus-  
gesetzten Referenzelektrode (17), die mit einer Bezugselektrode und dem Festelekt-  
rolyten eine Konzentrations- oder Nernstzelle bildet, dadurch gekennzeichnet, dass  
die zweite Elektrode (13) auf ihrer vom Festelektrolyten abgekehrten Elektroden-  
fläche von einer feinporösen Diffusionsschicht (19) überzogen ist, die unmittelbar  
dem Gasgemisch ausgesetzt ist und dass die zweite Elektrode (13) als Bezugselekt-  
rode der Nernstzelle herangezogen ist.
2. Sensorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die poröse Schutz-  
schicht als grobporöse Diffusionsschicht (18) ausgelegt ist und dass die Bezugelekt-  
rode der Nernstzelle wahlweise von der ersten oder zweiten Elektrode (12, 13) ge-  
bildet ist.
3. Sensorelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektro-  
den (12, 13) auf voneinander abgekehrten Seiten eines Festelektrolytkörpers (11)  
angeordnet sind.



4. Sensorelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Festelektrolytkörper (11) aus zwei Festelektrolytfolien (111, 112) zusammengesetzt ist, dass auf jeder Festelektrolytfolie (111, 112) eine Elektrode (12, 13) mit Diffusionsschicht (18, 19) angeordnet ist und dass die beiden Festelektrolytfolien (111, 112) zwischen ihren von den Elektroden (12, 13) abgekehrten Flächen eine Isolationsschicht (14) mit integriertem elektrischen Widerstandsheizer (15) einschließen und über diese und einen die Isolationsschicht (14) umschließenden Festelektrolyttrahmen (113) miteinander verbunden sind.

5. Sensorelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den beiden Festelektrolytfolien (111, 112) ein die Isolationsschicht (14) durchdringender Festelektrolytsteg (114) ausgebildet ist.

6. Sensorelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden mit jeweils ihrer Diffusionsschicht (18, 19) überzogenen Elektroden (12, 13) auf voneinander abgekehrten Seiten einer ersten Festelektrolytschicht (221) angeordnet sind, dass die erste Festelektrolytschicht (221) auf eine zweite Festelektrolytschicht (213) so aufgesetzt ist, dass zwischen der Festelektrolytschicht (213) und der ihr zugekehrten Diffusionsschicht (19) ein Freiraum (23) verbleibt, und dass der Freiraum (23) über ein die erste Festelektrolytschicht (211) durchdringendes Gaszutrittsloch (24) dem Gasgemisch ausgesetzt ist.

7. Sensorelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Festelektrolytschicht (211) im Bereich des Freiraums (23) durch Radialstege (25) auf der zweiten Festelektrolytschicht (213) abgestützt ist.

8. Sensorelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Radialstege (25) aus einem Festelektrolyten bestehen.

9. Sensorelement nach einem der Ansprüche 1 – 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die feinporöse Diffusionsschicht (19) aus mehreren aufeinanderliegenden Diffusionslagen unterschiedlicher Porosität zusammengesetzt ist.

R.306392

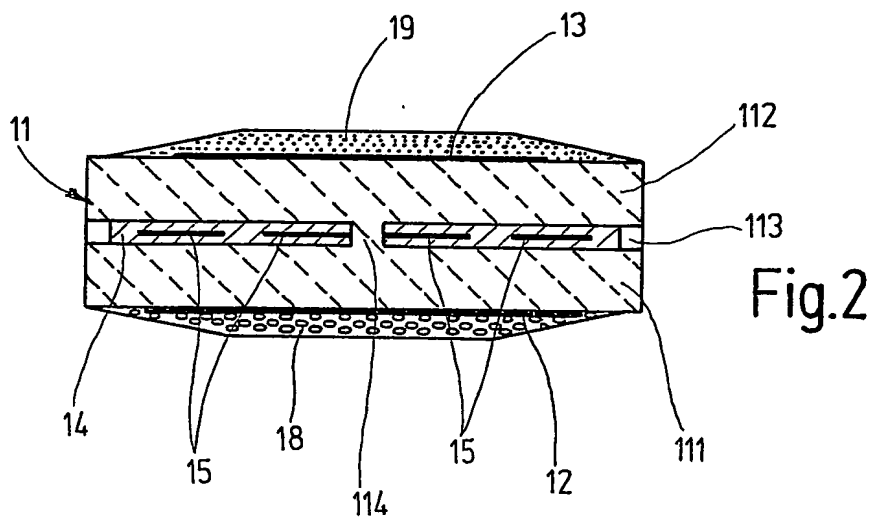
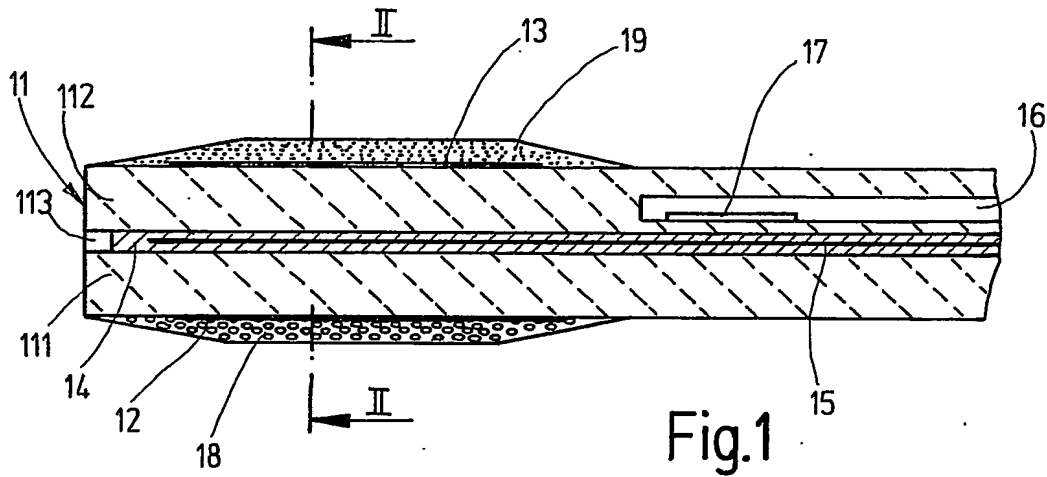
02.10.2003

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

### Sensorelement für einen Messfühler

#### Zusammenfassung

Ein Sensorelement für einen Messfühler zur Bestimmung der Konzentration einer Gas-  
komponente in einem Gasgemisch, insbesondere der Sauerstoffkonzentration im Abgas  
von Brennkraftmaschinen, weist zwei zusammen mit einem Festelektrolyten eine Pump-  
zelle bildende Elektroden (12, 13), von denen eine über eine poröse Schutzschicht dem  
Gasgemisch ausgesetzt ist, und eine am Festelektrolyten angeordnete, einem Referenzgas  
ausgesetzte Referenzelektrode (17) auf, die mit einer Bezugselektrode und dem Festelekt-  
rolyten eine Konzentrations- oder Nernstzelle bildet. Um die vom Sensorelement geliefer-  
ten Messwerte unempfindlich gegen Druckschwankungen im Gasgemisch zu machen, ist  
die zweite Elektrode (13) auf ihrer von dem Festelektrolyten abgekehrten Elektrodenfläche  
von einer feinporösen Diffusionsschicht (19) überzogen, die unmittelbar dem Gasgemisch  
ausgesetzt ist, und die zweite Elektrode (13) als Bezugselektrode der Nernstzelle herange-  
zogen. Besonders vorteilhaft ist dabei die poröse Schutzschicht als grobporöse Diffusions-  
schicht (19) ausgelegt, und beide Elektroden (13, 12) sind wahlweise als Bezugselektrode  
der Nernstzelle herangezogen (Fig. 1).



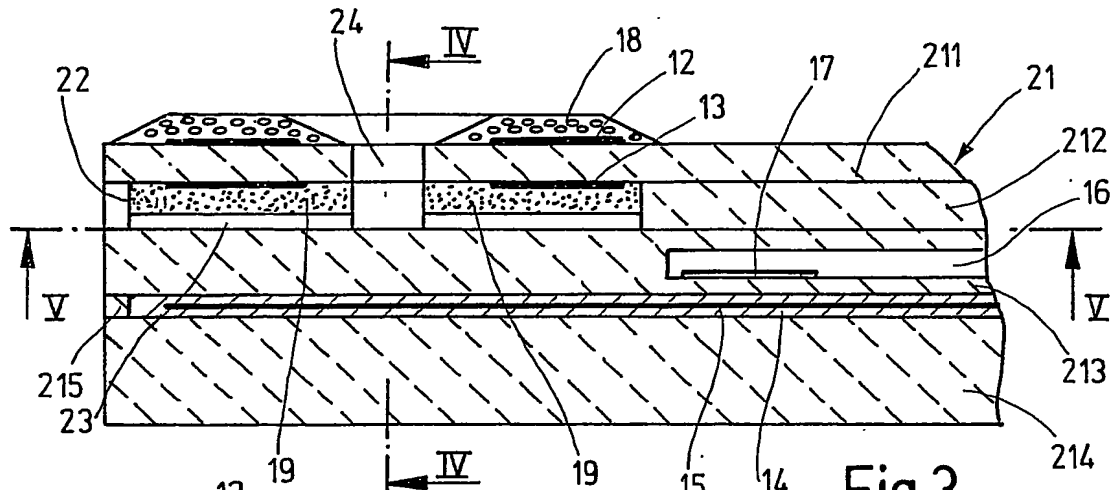


Fig.3

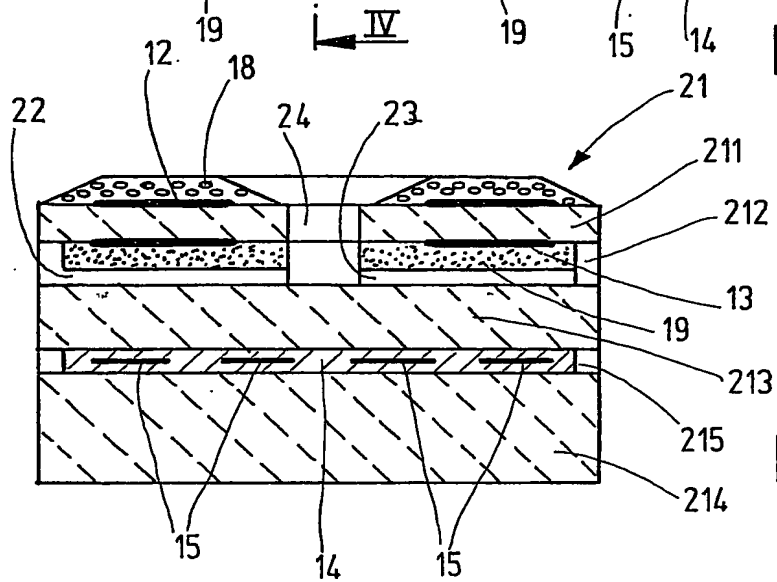


Fig.4

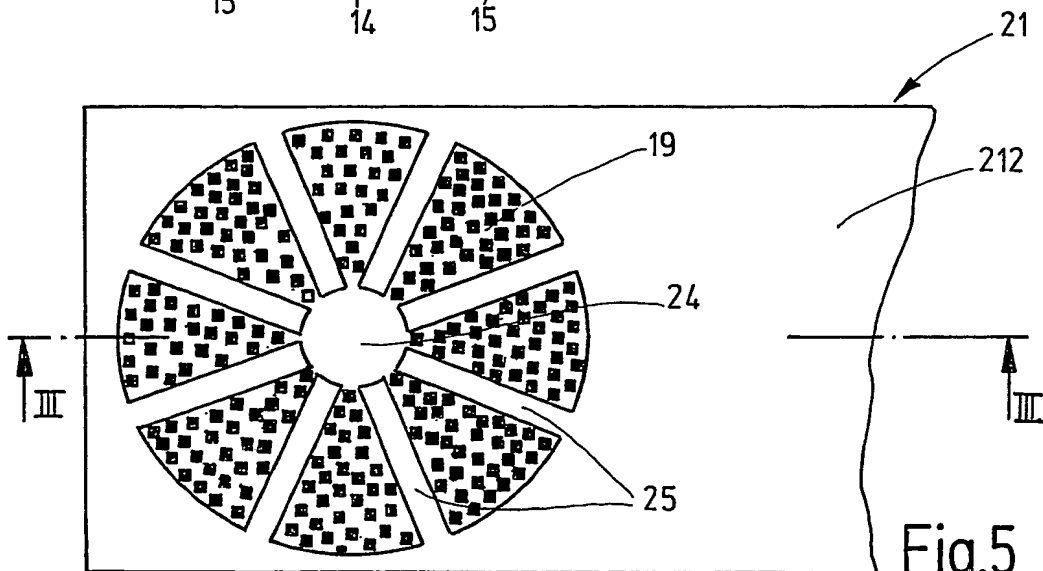


Fig.5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**